# تطوير واجهة مستخدم رسومية لتطبيقية طبية مبنية على شبكات حساسات لاسلكية

هيئة التأليف

وليد بوزياني ، محمد عبيد
المدرسة الوطنية للمهندسين بصفاقس
جامعة صفاقس، طريق سكرة كم 3.5
3018 صفاقس، تونس
البريد الالكتروني:
mohamed.abid@enis.rnu.tn ،bouzayaniwalid2000@yahoo.fr

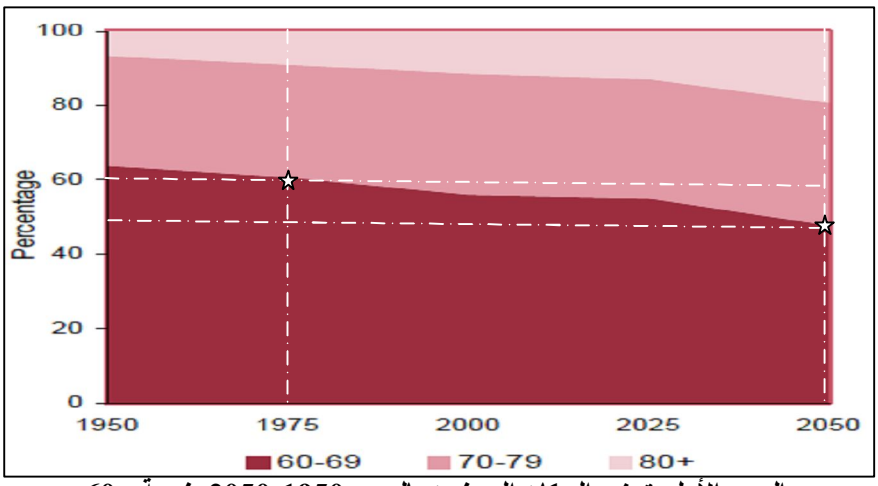
**الخلاصة**. يعرف العالم نموا متسارعا على مستوى تكنولوجيات المعلومات و الاتصال. و في المقابل تشهد ديمغرافيا هذا العالم تحولات هامة خاصة خلال العقود القليلة القادمة حيث ستعرف نسقا كبيرا في تغيرات التركيبة العمرية. لذلك، فإن التفكير في البحث عن حلول جديدة بات مؤكدا. فنظرا للتزايد المتواصل في عدد المسنين في العالم، بدأ الاحتياج للمتابعة و المراقبة الصحية في الإرتفاع بدوره كمًّا و كيفًا. بيد أن التكنولوجيا المتوفرة حاليا في المستشفيات و المؤسسات الطبية لا يمكن أن تساير هذا التطور المطرد. لهذا، فالإعتماد على التكنولوجيا اللاسلكية للتحسس و الإرسال يبدو ناجعا من خلال مميزاته المتعددة على العديد من المستويات. كما أن المراقبة و المتابعة عن بعد للتغيرات الطارئة على المعلمات الفيزيولوجية الخاصة بالمريض أو المسن تمثل حلا مثاليا.

في هذه الورقة، سنعرض عملا يمثل جزءا من مشروع يتمثل في تطوير واجهة مستخدم رسومية لتطبيقية طبية مبنية على شبكات استشعار لاسلكية. حيث تمكن هذه الواجهة من متابعة، معالجة و تخزين الإشارات الواردة من شبكة أجهزة الاستشعار.

**الكلمات الجوهرية**. واجهة، شبكة، معلمات، جهاز استشعار، قاعدة بيانات.

## 1. مقدّمة

تتميز التركيبة العمرية للعالم خلال السنوات القادمة، كما يبين الرسم الأول، بتزايد عدد المسنين [الولايات المتحدة، 2002] الذين تتجاوز أعمارهم السبعين سنة إذ ارتفع المعدل من 40 % سنة 1975 إلى أكثر من 50 % بحلول سنة 2050. كما أن تنوع و تزايد الأمراض المزمنة (السكري، ضغط الدم، الخ) في السنوات الأخيرة [مركز مراقبة الأمراض و الوقاية، 2010] جعل عملية المتابعة و المراقبة عسيرة و غير كافية.




**الرسم الأول: توزع السكان المسنون بالعمر: 1950-2050- نسبة +60**

هذا بالإضافة إلى أن تكلفة تكنولوجيا المراقبة الحالية المعتمدة على الكشف السريري مكلفة جدا و لا يمكن أن تغطي الأعداد الكثيرة و المتزايدة للمرضى و المسنين [وليام، 2004].

على صعيد آخر، أوجدت التكنولوجيا اللاسلكية عديد الحلول لتجاوز هذه النقائص. إضافة إلى ذلك، تعرف صناعة أجهزة الحساسات تطورا ملحوظا خاصة تلك التي تعتمد على الإتصال اللاسلكي للتواصل فيما بينها. فبالإعتماد على هذه التكنولوجيا، يمكن للمجال الطبي أن يتجاوز مجل الصعوبات والنقائص التي يواجهها [سكوغولط و من معه،2006 - إلست، 2007 ].

## 1.1.نقائص التكنولوجيا السلكية للاستشعار و المراقبة

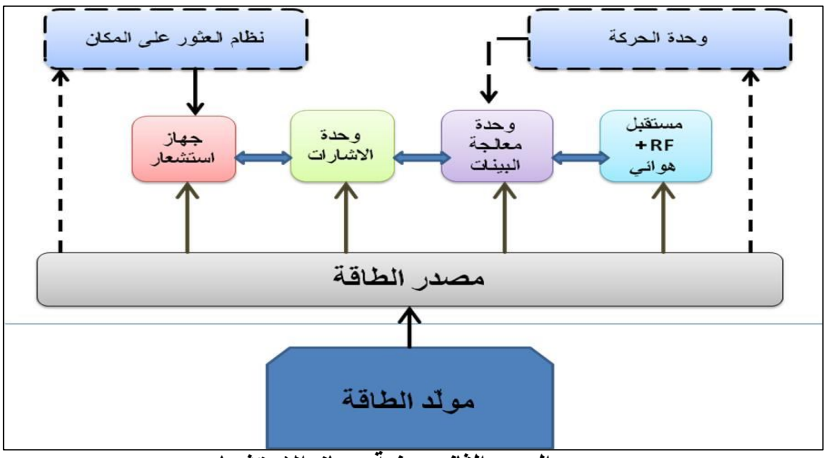
الطريقة التقليدية المعتمدة حاليا للتحسس و المراقبة تشكو العديد من النقائص [غاو و من معه، 2005]. فبالإضافة إلى عدم القدرة على تحمل هذه المتغيرات، تتميز هذه التكنولوجيا بالخصائص التالية:

- تكلفة باهظة
- مراقبة محدودة
- صعوبة التصرف في المعطيات
- صيانة صعبة
- بنية تحتية ثابتة
- طاقة مستهلكة هامة
- عدم حركة المريض

## 1.2. شبكات الحساسات اللاسلكية

### 1.2.1.المميزات و الخصائص

كما يبن الرسم الثاني، تتكون شبكات الحساسات اللاسلكية من مجموعة أجهزة الاستشعار. وهي عبارة عن جهاز يحتوي على معالج دقيق و ذو قدرة على الرصد والإتصال اللاسلكيّ وهو يعاني من صغر حجم الذاكرة بنوعيها الثابتة و المتطايرة، كما يعاني من محدودية مخزون الطاقة [غاو، غرينسبان، ولش، جانغ وألكس ،2005]. هذه الخصائص تمثل أهم النقائص، التي لازالت تحت البحث و التطوير، بالنسبة لاستغلال هذه التكنولوجيا في المجال الطبي. فالعديد من البحوث تدرس و تطور هذه المميزات لتكون قادرة على تجاوز هذه الصعوبات. [بوزياني و من معه، 2009].




**الرسم الثاني: بنية جهاز الاستشعار**

### 1.2.2.بنية التطبيقية الطبية

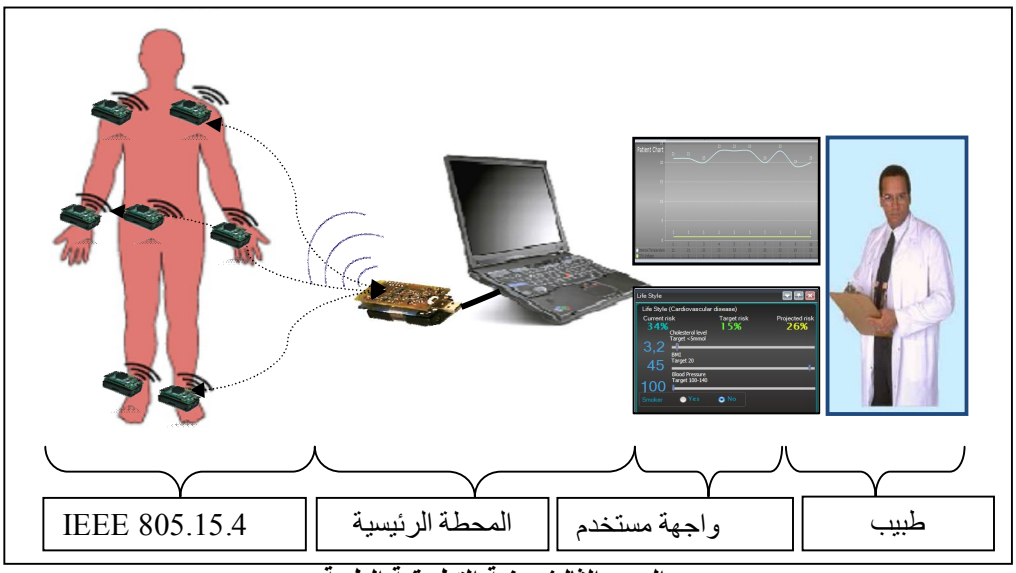
تعتمد هذه التطبيقية على تحسس، معالجة و إرسال المعلمات من جسم المريض عن طريق أجهزة الحساسات إلي المحطة الرئيسية. وتقوم هذه الأخيرة بإرسال المعطيات إلي جهاز المراقبة و المتابعة (الحاسوب مثلا) حيث يقوم بدوره بإظهار معطيات الحالة الفيزيولوجية على شكل رسوم بيانية.

في هذه الورقة، سنبرز بنية هذه التطبيقية و العناصر المستعملة في انجاز هذا العمل. كذلك، سنبين كيفية تجميع، معالجة و استغلال المعطيات الواردة من شبكة الجسم.

## 2. انجاز

### 2.1.البنية

تتميز التطبيقات الطبية المبنية على شبكات الحساسات اللاسلكية بتشابه البنى المستخدمة. بيد أن الاختلافات تتمثل بشكل عام في الأجهزة المستخدمة و تقييسات الاتصال المستعملة إضافة إلى الوظائف المتوفرة [فردينادز، 2006]. يبين الرسم الثالث نموذجا للبنية التي اعتمدناها في مشروعنا حيث قمنا باستخدام ثلاث أجهزة استشعار، محطة رئيسية و جهاز حاسوب لتشغيل المشروع.




**الرسم الثالث: بنية التطبيقية الطبية**

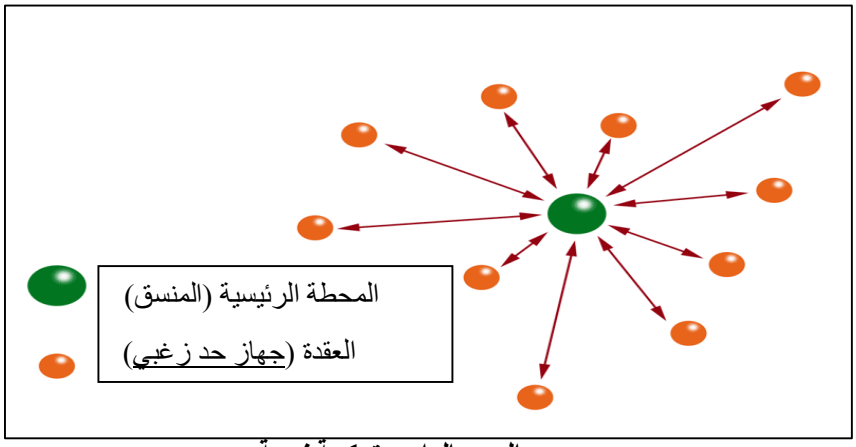
### 2.2.الوظيفة

إن مختلف العناصر المكونة لهذه البنية تتميز بتكامل الوظائف. فالهدف الرئيسي هو نقل المعلومات و البيانات الخاصة بالمريض كدرجة الحرارة، ضغط الدم و نبضات القلب إلى جهاز المراقبة للتخزين و التحليل و المتابعة. و ذلك عن طريق الإرسال و الاستقبال اللاسلكي من جهاز الحساس المرتبط بالجسم إلى المحطة الرئيسية. و من هناك يتم نقل المعلومات إلى جهاز الحاسوب حيث تتم معالجة البيانات.

تبدأ العملية من خلال أجهزة الحساسات اللاسلكية حيث تقوم بتحسس المعلمات الفيزيولوجية. في هذه المرحلة، يتم رصد المعلومات ونقلها من جسم المريض أو المسن إلى العقد. تحتوي العقدة (جهاز الاستشعار) على محول تناظري رقمي يمكن من تحويل الإشارات التناظرية (معطيات الجسم) إلي معلومات رقمية لتتم معالجتها عن طريق وحدة معالجة البيانات. بعد ذلك، يتم إرسال هذه المعطيات لاسلكيا عن طريق المستقبل الهوائي. بالنسبة لهذه التطبيقية، التردد المستخدم هو 2.4 جيغاهرتز. تتم عملية التواصل بين عقد الشبكة فيما بينها حسب طبيعة تركيبتها بعد ذلك يتم عرضها عبر واجهة المستخدم للفريق الطبي حيث تمكنه من متابعة حالة المريض في وقت حقيقي.

## 2.3.تركيبة الشبكة

تتميز تركيبة الشبكة المعتمدة بوجود محطة رئيسية و مجموعة من العقد. كما يوضح الرسم الرابع، المحطة الرئيسية تقوم بدور المنسق بين مختلف الأطراف حيث تتواصل عن طريق المعرف الوحيد لكل جهاز. أما جهاز حد زغبي فهو يمثل جهاز الاستشعار. هذه تركيبة نجمة تتميز بنجاعتها حيث تمكن من الحد من ضياع رزمة المعطيات المجمعة.




**الرسم الرابع: تركيبة نجمة**

## 2.4.تشغيل

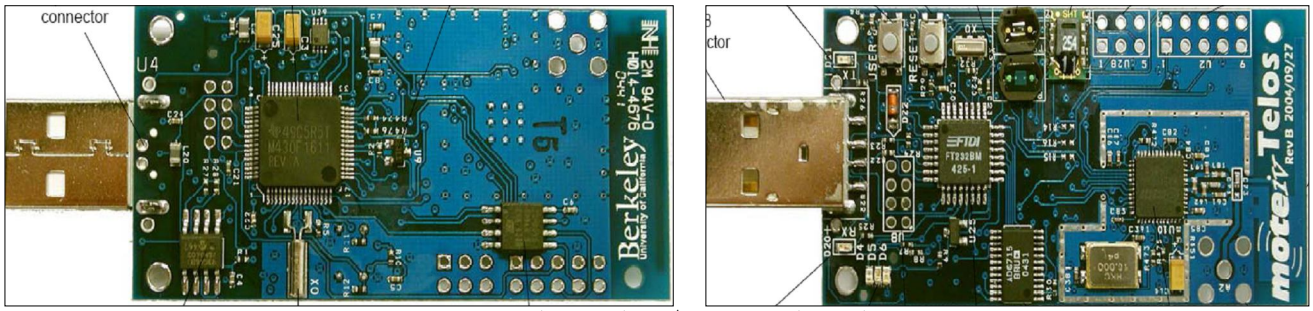
### 2.4.1.تقييسة الاتصال

في ميدان الشبكات اللاسلكية، توجد العديد من التقييسات المستخدمة، منها ويفي، بلوتوث و زغبي. هذا الأخير يمثل خيارا هاما بخصائصه المميزة [زغبي، 2009] خاصة في مجال العناية بالصحة.

التقييسة التي استخدمناها هي المستعملة لدى أجهزة الحساسات تيلوس ب وهي تتمثل في ثنائية حلف زغبي و إإأ 805.12.4 . هذه التقييسة جد ملائمة لمثل هذه الأجهزة نظرا لمراعاتها للخصائص المحدودة لهذه الشبكات.

### 2.4.2.أجهزة الاستشعار

يوضح الرسم الخامس بنية الأجهزة المستخدمة في التحسس و الإرسال.




**الرسم الخامس: منظرين لجهاز تيلوس ب**

تقوم هذه الأجهزة بإرسال المعطيات على شكل حزم. يبرز الجدول الأول نموذجا لهذه الحزمة.

### 2.4.3.البرامج المستخدمة

هذه الأجهزة تتم برمجتها عن طريق نظم التشغيل تيني أس [تكنو، 2009]. و هذا النظام معد خصيصا لبرمجة أجهزة الاستشعار حيث يراعي و يستغل موارد هذه الشبكات. نعتمد عند البرمجة لغة نس س. وهي شبيهة للغة س.

**الجدول الأول: تركيبة الحزمة**

| عنوان الغاية | معرف السداس | معرف المجموعة | طول الرسالة | عنوان المصدر | عداد | قناة | قراءات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1A 00 | 7E | 7E | 0A | 00 7E | 38 0E | 01 00 | 4E 0B 46 0B 47 0B 5F 0B 62 0B 63 0B 47 0B 5F 0B 3A 0B 47 0B |

للحصول على معطيات صحيحة، يجب تحويلها في أول الأمر من طبيعة صغيرة-النهائية إلى كبيرة-النهائية. لهذا قمنا بإضافة هذا السطر.

```
data_temp = ((data>>8))+((data << 8));
```

بعد الحصول على هذه المعطيات، يجب إرسالها إلى جهاز الحاسوب عن طريق رابط ي س ب ليتم عرضها على الشاشة. و ذلك عن طريق هذا الرمز:

```
async event result_t ADC.dataReady(uint16_t data) {

      struct OscopeMsg *pack;
    atomic {
             pack = (struct OscopeMsg *)msg[currentMsg].data;
           pack->data[packetReadingNumber++] = data;

        readingNumber++;
   dbg(DBG_USR1, "data_event\n");
      if (packetReadingNumber == BUFFER_SIZE) {
post dataTask();
        }
                    dbg(DBG_USR1, "Data from ADC is: %x\n", data);
                     data_temp = ((data>>8))+((data << 8));
               dbg(DBG_USR1, "Data_Temp: %x\n", data_temp);
    Temperature = (((data_temp/4096)*1.5) - 0.986)/0.00355;
dbg(DBG_TEMP|DBG_USR1, "Temperature Oscilloscope C°: Value is %d\n", (int)Temperature);

    dbg(DBG_TEMP|DBG_USR1, "Time elapsed is %d\n", (int)t);
```

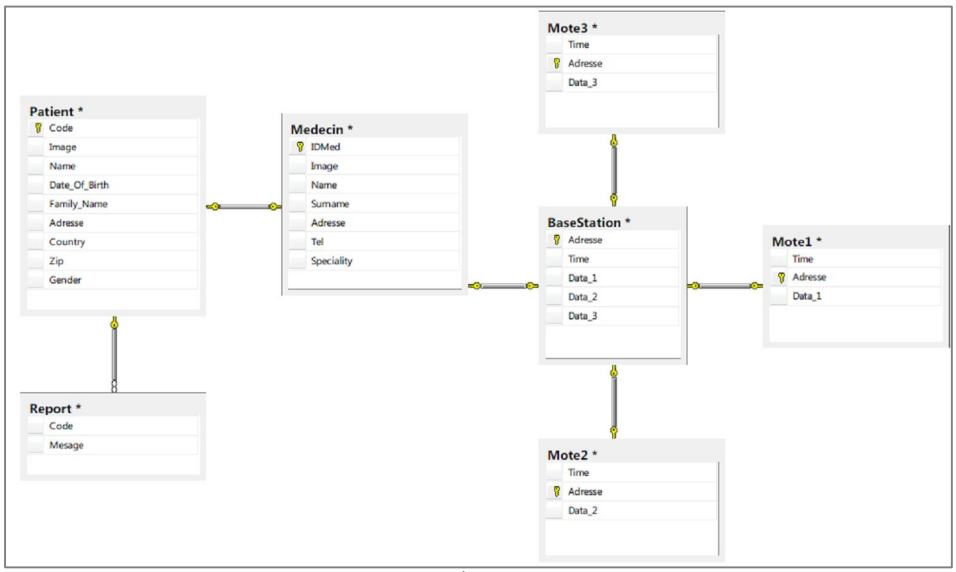
# 3. تجريب و نتائج

## 3.1. تصميم قاعدة البيانات

عند الحصول على المعطيات من الشبكة و وصولها إلى الحاسوب. يتم تخزينها في قاعدة بيانات س ك ل. تحتوي هذه القاعدة على:

- بيانات المرضى
- بيانات الأطباء
- المعطيات المتعلقة بحالة المريض و الجهاز المستخدم
- الرسائل و الإنذارات التي تحدثها التطبيقية

يتم تخزين المعلمات بصفة ديناميكية حيث يقع تحديث القاعدة بالمعطيات الجديدة. كما أن التطبيقية تمكن إحداث الإنذارات و الرسائل لتنبيه الفريق الطبي في حالات الخطر و الأزمات. الرسم السادس يبين قاعدة البيانات هذه التطبيقية.




**الرسم السادس: قاعدة البيانات**

## 3.2. واجهة المستخدم

لتطوير هذه الواجهة، استعملنا برنامج مايكروسوفت فيزيل ستيديو 2008. كما أضفنا إلى هذا المشروع بعض القوالب المميزة للحصول على واجهة محترفة. أما اللغة المستعملة فهي س#.

يبين الرسم السادس المنظر الرئيسي للتطبيقية.

**الرسم السابع: منظر رئيسي للتطبيقية الطبية**

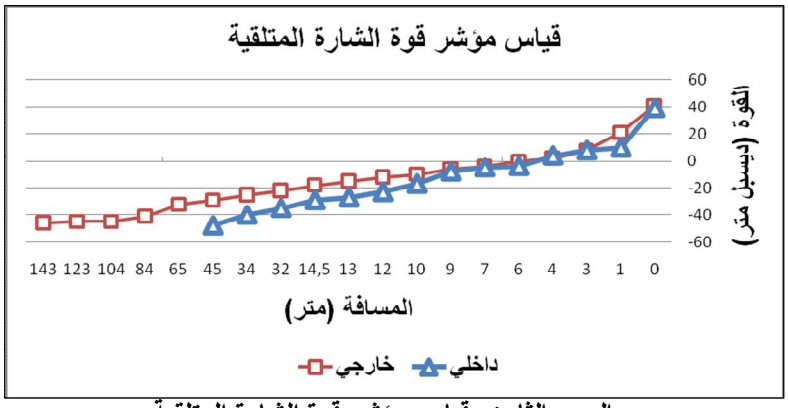
أهم النقائص التي يمكن أن تميز هذا العمل، هو الاعتماد على تكنولوجيا تتميز بمحدودية الموارد. لعل أبرزها محدودية موارد الطاقة حيث تعمل الأجهزة ببطاريات 3 فولت من النوع المستخدم والمتميزة بقصر المدة. كذلك، منسوب المعطيات محدود بسعة التدفق في قنوات الاتصال من جهة، وطبيعة تقييسة الاتصال من جهة أخرى. هذا بالإضافة إلى نقص القدرة على المعالجة الكبيرة للمعطيات و صغر حجم الذاكرة المستعملة.

كل هذا في مقابل متطلبات التطبيقية الطبية الهامة والمتميزة في الحاجة لطاقة كبيرة ومتواصلة. إضافة إلى منسوب معطيات هام لنقل الكم الهائل من البيانات الطبية. كما تحتاج مثل هذه التطبيقات إلى معالج معلومات ذو تردد كبير و ذاكرة كبيرة.

لمواجهة هذه المشاكل، توجد العديد من الحلول الآنية [وانغ و من معه، 2009] و إن كانت ناقصة الفاعلية. بدورنا، لازلنا نعمل لتخطي هذه العقبات من خلال اعتماد أسلوب الترتيب الحيوي لبنية الشبكة.

### 3.3. مشاكل الاتصال

لا شك في أن أهم المشاكل التي يمكن أن تعترض أي مشروع يعتمد على الاتصال اللاسلكي هو قوة و ضياع الشارات[رومرو و من معه، 2009]. في هذه الشبكة، أردنا قياس قوة الشارة المتلقية لمعرفة مدى جدوى الأجهزة المستخدمة و مسافة الامتداد للتأكد من ملاءمتها لمتطلبات التطبيقات الطبية. أما بالنسبة لمعدل ضياع المعطيات، و إن لم نقم بقياسه بعد، فهو يرتبط بمعدل المعطيات(عدد الحزمات في الثانية) و تعدد الوثبات [رومرو و من معه، 2009]. غير أنه في حالة التركيبة التي اعتمد عليها هنا، لا توجد مشكلة حقيقية إذ تبين بعض القياسات انه يكون ضعيفا ولا يتجاوز 2 في المائة[رومرو و من معه، 2009].




**الرسم الثامن: قياس مؤشر قوة الشارة المتلقية**

## اختتام

لقد أردنا من خلال هذه الورقة أن نعرّج على خصائص شبكات الحساسات اللاسلكية و كيفية اشتغالها. فأبرزنا إحدى تطبيقاتها في المجال الطبي. فمن خلال هذا العمل، بيّنا بنية التطبيقية الطبية و العناصر المستخدمة سواء كانت الأدوات و الأجهزة أم البرامج المعتمدة للتطوير و البرمجة. كما أن النتائج المتحصل عليها هامة و متميزة و إن كانت تحتاج إلى مزيد التحسين و الدراسة. في المستقبل، نأمل أن نكمل هذا المشروع باعتماد أجهزة قيس فيزيولوجية لنقوم باستغلالها في المراكز الطبية للتجربة و للتأكد من الفاعلية.

## 4. المصادر و المراجع


[الولايات المتحدة، 2002]:

United States, Population Division, DESA**, World Population Ageing 1950-2050** p26.

[مركز مراقبة الأمراض و الوقاية، 2010]:

Center for Disease Control and Prevention. Press Release: Visits to U.S. Emergency Departments at All-Time High: http://www.cdc.gov/od/oc/media/pressrel/r050526.htm.

[وليام، 2004]:
William C. Mann. **The Aging Population and Its Needs**. PERVASIVE computing. 2004

[سكوغولط و من معه، 2006]:
Mats Skogholt Hansen, Stig Støa. **Practical Evaluation of IEEE 802.15.4/ ZigBee Medical Sensor Networks**. Master of Science in Communication Technology Submission. Juin 2006

[إلسث، 2007]:
Eirik Næss-Ulseth. **Biomedical Wireless Sensor Network**. Décembre 2007.

[غاو و من معه، 2005]:

Tia Gao, Christopher Pesto, Leo Selavo, Yin Chen, JeongGil Ko, JongHyun Lim, Andreas Terzis, Andrew Watt, James Jeng, Bor-rong Chen, Konrad Lorincz, and Matt Welsh,**Wireless Medical Sensor Networks in Emergency Response: Implementation and Pilot Results**, 2005

[غاو، غرينسبان، ولش، جانغ وألكس ،2005]:
Tia Gao, Dan Greenspan, Matt Welsh, Radford R. Juang, and Alex. **Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network**, Alm 2005

[بوزياني و من معه، 2009]:

Bouzayani W., Cheikhrouhou O., Abid M. (2009), «Biomedical **WSN application based on dynamic configuration**». SensorNets 2009: The First International School on Cyber-Physical and Sensor Networks (SensorNets09).

[فرديناند، 2006]:

Pierre Ferdinand, Applications **des Capteurs à Fibres Optiques au Biomédical**. CEA LIST Laboratoire de Mesures Optiques, Centre de Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette cedex. 2006

[زغبي، 2009]:

**Zigbee Wireless Sensor Applications for Health, Wellness and Fitness**, Zigbee Alliance. March 2009. http://www.zigbee.org/imwp/download.asp

[تكنو، 2009]:

http://www.techno-science.net/

[وانغ و من معه، 2009]:

Miaomiao Wang, Jiannong Cao, Miao Liu, Bo Chen, Youlin Xu, Jing Li. **Design and implementation of distributed algorithms for WSN-based structural health monitoring**. 2009

[رومرو و من معه، 2009] :
E. Romero, A. Araujo, P. Malagón, J.C. Vallejo, J.M. Moya, O. Nieto-Taladriz. **Patients Monitoring System based on a Wireless Sensor Network Adaptive Platform**. Spain 2007

## 5. جدول الألفاظ

| انجليزي | عربي |
|---|---|
| Sensing | تحسس |
| Parameters | المعلمات |
| Physiological | الفيزيولوجية |
| Base Station | المحطة الرئيسية |
| Body Network | شبكة الجسم |
| Standards Communication | تقييسات الاتصال |
| Nodes | العقد |
| Analog to Digital Converter (ADC) | محول تناظري رقمي |
| Topology | تركيبة |
| Zigbee End Device | جهاز حد زغبي |
| Star | نجمة |
| Packet | رزمة |
| Wifi | ويفي |
| Telos B | تيلوس ب |
| IEEE 802.15.4 | إأأأ 805.12.4 |
| TinyOS | تيني أس |
| NesC | نس س |
| Little-Endian | صغيرة-النهائية |
| Big-Endian | كبيرة-النهائية |
| USB Connector | رابط ي س ب |
| SQL | س ك ل |
| Data Rate | منسوب المعطيات |
| Dynamic Configuration | الترتيب الحيوي |
| Hardware | الأدوات |
| Received Signal Strength Indicator | مؤشر قوة الشارة المتلقية |
| Multi-hop | متعدد الوثبات |

## 6. الخلاصة باللغة الانجليزية

# Development of User Graphic Interface for Biomedical Wireless Sensor Networks application

Walid Bouzayani, Mohamed Abid
National Engineering School of Sfax
University of Sfax Rte Soukra
km 3,5 3018 Sfax (TUNISIA)
Email:
bouzayaniwalid2000@yahoo.fr, Mohamed.Abid@enis.rnu.tn

The world appreciates the fast technological growth in the physiological sensors, the integrated circuits with weak consumption and development of wireless communications. This expansion appears a new generation of wireless sensor networks (WSNs). Biomedical applications based on this technology provide a huge potential for the remote control and monitoring of patient's health. However, the increasing number of measurable physiological parameters results in the complexity of signals. By consequent, a variety and enormous number of devices must be deployed in the body. In other side, the traditional method cannot response to the challenges and the growing requests of better healthcare.

Our work consists of developing a biomedical Wireless Sensor Networks application which ensures the remotely monitoring of patients health, older or handicapped persons suffering from chronic disease.